

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50176/2012
(22) Anmeldetag: 11.05.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2014

(51) Int. Cl. : **F02G 5/02** (2006.01)
F02C 1/04 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102010047518 A1
US 5442904 A

(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)
(72) Erfinder:
Schöggel Peter Dipl.Ing. Dr.
Hitzendorf (AT)

(54) Fahrzeug

(57) Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug, mit einer Brennkraftmaschine (2) aufweisenden Antriebseinheit (1), und zumindest einer Wärmekraftanlage (30) zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer Wärme abgebenden Baugruppe, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas, insbesondere Luft, durchströmten Raum (6) grenzt, mit einem ersten Verdichter (9), wobei die Austrittsseite (9b) des ersten Verdichters (9) mit einem Einlassbereich (7) des Raumes (6) strömungsverbunden ist, wobei im Strömungsweg zum oder vom ersten Verdichter (9) zumindest ein erster Wärmetauscher (40), vorzugsweise zur Kühlung eines Kühl- und/oder Schmiermediums der Brennkraftmaschine (2) angeordnet ist, und wobei der Wärme abgebende Bauteil oder die Wärme abgebende Baugruppe durch ein Auslasssystem (4) der Brennkraftmaschine (2) gebildet ist. Um auf möglichst einfache Weise den Wirkungsgrad des Fahrzeuges zu verbessern, ist vorgesehen, dass das Auslasssystem (4) zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum (6) umgebenen Abgaskrümmen (4a) und/oder zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum (6) umgebenen Abgaskanal im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine (2) aufweist.

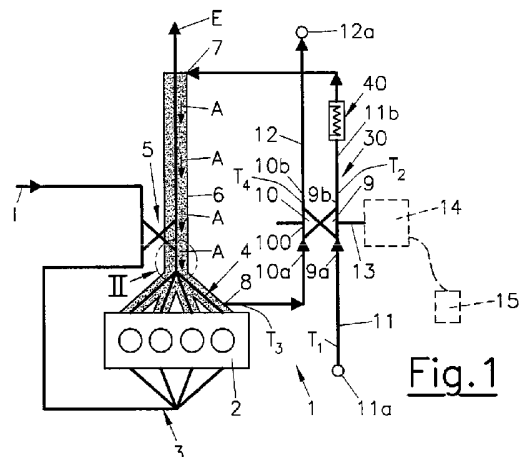


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug, insbesondere Rennfahrzeug, mit einer Brennkraftmaschine aufweisenden Antriebseinheit, und zumindest einer Wärmekraftanlage zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer Wärme abgebenden Baugruppe, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas, insbesondere Luft, durchströmten Raum grenzt, insbesondere zumindest teilweise von dem durchströmten Raum umgeben ist, mit einem ersten Verdichter, wobei die Austrittsseite des ersten Verdichters mit einem Einlassbereich des Raumes strömungsverbunden ist, wobei im Strömungsweg zum oder vom ersten Verdichter zumindest ein erster Wärmetauscher, vorzugsweise zur Kühlung eines Kühl- und/oder Schmiermediums der Brennkraftmaschine angeordnet ist, und wobei der Wärme abgebende Bauteil oder die Wärme abgebende Baugruppe durch ein Auslasssystem der Brennkraftmaschine gebildet ist.

[0002] Bei Renn- und Sportfahrzeuge werden Beschleunigungen, Verzögerungen und Kurvenbeschleunigungen erzielt, die den Wert von 1 g (= Erdbeschleunigung) erheblich überschreiten. Solche Werte sind nur möglich, wenn die Haftungsgrenzen zwischen den Reifen und der Fahrbahnoberfläche mit aerodynamischen Hilfsmitteln heraufgesetzt werden. Am Fahrzeugkörper wird starker Abtrieb erzeugt. Diesem Zweck dienen Frontflügel, Heckflügel und eine besondere Formgebung des eigentlichen Fahrzeugkörpers. Eine dominierende Rolle spielt dabei die Gestaltung des Fahrzeugunterbodens. Es wird angestrebt, die unter dem Fahrzeugboden strömende Luft so stark wie nur möglich zu beschleunigen. Je höher deren Geschwindigkeit, desto stärker ist nach dem Bernoullischen Gesetz deren Saugkraft und desto stärker ist der auf den Fahrzeugunterboden ausgeübte Abtrieb. Um eine möglichst starke Beschleunigung der Unterbodenluft zu erreichen, wird bei heutigen Rennfahrzeugen die kinetische Energie der Abgase herangezogen: Der Unterboden wird am Heck des Fahrzeugs nach oben gebogen und meist mit senkrechten aerodynamischen Luftleitblechen zur Seite hin abgeschildert und eventuell noch in der Mitte unterteilt. Auf diese Weise entsteht für die Luft, die unter dem Fahrzeug entlang strömt, ein Diffusor. In diese Diffusorzone werden die Enden der Auspuffrohre mit waagrechten nach hinten zielender Strahlrichtung eingeleitet. Die mit hoher Geschwindigkeit austretenden Abgase üben auf die Luft unter dem Unterboden eine Saugwirkung aus. Sie erhöhen deren Geschwindigkeit und damit deren Saugwirkung auf den Unterboden und somit den Abtrieb des Fahrzeugs.

[0003] Die DE 2 554 953 A1 beschreibt eine Antriebseinheit für ein Brennkraftmaschine aufweisendes Fahrzeug mit einer Einrichtung zur Rückgewinnung von Wärme aus dem Abgasstrang, wobei ein Teil des Auslasssystems von einem Mantelraum umgeben ist, dessen Eintrittsbereich mit einem Verdichter und dessen Austrittsbereich mit einer Heißluftturbine strömungsverbunden ist. Der Verdichter ist mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine antriebsverbunden. Die Heißluftturbine steht über ein Getriebe und eine Überholkupplung mit dem Differential des Fahrzeuges in mechanischer Verbindung. Nachteilig ist, dass zum Antrieb des Verdichters mechanische Leistung von der Kurbelwelle aufgebracht werden muss.

[0004] Die DE 40 15 104 A1 beschreibt eine kombinierte Wärmekraftanlage aus teils hintereinander geschalteten Wärmekraftmaschinen, die ihre nutzbare Abwärme auf eine der jeweils kombinierten anderen Kraftmaschinen übertragen, wobei die vorgeschaltete Wärmekraftmaschine bei der Ausgestaltung als Brennkraftmaschine ihr Abgas als Druckgas für die nachfolgende Wärmekraftmaschine liefert und hierzu einen Verdichter treibt und das Abgas der nachfolgenden Wärmekraftmaschine als Einsatzwärme auf eine Dampfkraftanlage überträgt.

[0005] Aus der DE 10 2010 003 537 A1 ist eine Wärmekraftanlage mit einem Verdichter, einer Druckgas-Arbeitsmaschine, einen Gaserhitzer und einem Gaskühler in einer zum Verdichter führenden Druckgasverbindung bekannt, wobei der Verdichter, die Druckgas-Arbeitsmaschine, der Gaserhitzer und der Gaskühler in einem geschlossenen Joule-Kreisprozess zusammenwirken.

[0006] Die US 3,554,849 A offenbart ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine, deren Ab-

gaswärme über einen in den Abgasstrang mündenden Wärmetauscher und einen dampfbetriebenen Motor genutzt werden kann.

[0007] Weiters ist aus der US 5,806,332 A ein Energieerzeugungssystem für ein Motorfahrzeug mit einer Brennkraftmaschine bekannt, dessen Abgasenergie mittels eines geschlossenen Kreisprozesses mit Wärmetauschern im Abgassystem und eine mit einem Generator verbundene Expansionseinheit zum Teil rückgewonnen wird, wobei Energie in einer Batterie gespeichert wird.

[0008] Die DE 10 2010 047 518 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Energierückgewinnung aus einem Abgasstrom einer Verbrennungskraftmaschine in einem Fahrzeug, wobei in einer Abwärmerückgewinnungsvorrichtung ein Arbeitsmedium in einem geschlossenen Joule-Kreisprozess geführt ist und dem geschlossenen Joule-Kreisprozess ein Clausius-Rankine-Kreisprozess nachgeschaltet ist. Eine im Joule-Kreisprozess angeordnete Turbine und eine im Clausius-Rankine-Kreisprozess angeordnete Expansionsmaschine sind mechanisch mit einer Schwungscheibe der Verbrennungskraftmaschine koppelbar. Die Turbine ist mit einem im Joule-Kreisprozess angeordneten Verdichter mechanisch verbunden, wobei im Strömungsweg zum Verdichter ein Wärmetauscher angeordnet ist.

[0009] Die US 5,442,904 A offenbart ein Fahrzeug mit einer Brennkraftmaschine aufweisenden Antriebseinheit, mit zumindest einer Wärmekraftanlage zur Rückgewinnung von Wärme von einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer wärmeabgebenden Baugruppe, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas, insbesondere Luft, durchströmten Raum grenzt, wobei die Austrittsseite eines Verdichters mit einem Einlassbereich des Raumes strömungsverbunden ist. Im Strömungsweg vom Verdichter ist ein Wärmetauscher angeordnet.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, auf möglichst einfache Weise die Abgaswärme auf effiziente Weise zu nutzen. Dabei sollen gute Strömungseigenschaften des Fahrzeuges erzielt und insbesondere der Strömungswiderstand und die Straßenlage des Fahrzeuges verbessert werden.

[0011] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass das Auslasssystem zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum umgebenen Abgaskrümmern und/oder zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum umgebenen Abgaskanal im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine aufweist.

[0012] Der erste Wärmetauscher kann durch einen Ölkühler oder Wasserkühler gebildet sein, welcher in den Öl- oder Kühlwasserkreislauf der Brennkraftmaschine eingebunden ist. Vorzugsweise kann über ein steuerbares Schalt- oder Mischventil der erste Wärmetauscher mit dem Öl- oder Kühlwasserkreislauf bei Bedarf verbunden werden.

[0013] Der erste Wärmetauscher wird stromaufwärts des Einlassbereiches in den durchströmten Raum, beispielsweise stromabwärts des ersten Verdichters, angeordnet sein. Dies ermöglicht eine ausreichende Vorkühlung des Schmier- oder Kühlmediums. Alternativ oder eventuell zusätzlich dazu kann es von Vorteil sein, den ersten Wärmetauscher stromaufwärts des ersten Verdichters anzuordnen.

[0014] Die Wärmekraftanlage weist bevorzugt eine erste Turbine auf, welche durch eine Heißluftturbine gebildet sein kann, wobei zumindest ein Austrittsbereich des durchströmten Raumes mit der Heißluftturbine strömungsverbunden sein kann. Alternativ dazu kann die erste Turbine eine im Auslasssystem der Brennkraftmaschine angeordnete Abgasturbine sein.

[0015] Der erste Verdichter wird bevorzugt durch die erste Turbine angetrieben. Der durch die erste Turbine angetriebene erste Verdichter fördert Luft.

[0016] Besonders vorteilhaft ist, wenn im Strömungsweg zum ersten Verdichter, vorzugsweise stromaufwärts einer Ansaugöffnung des ersten Verdichters, zumindest ein Kühler, vorzugsweise ein Luft-/Wasserkühler und/oder ein Luft-/Ölkühler, angeordnet ist. Die Ansaugöffnung des ersten Verdichters ist bevorzugt im Bereich der Kühlflächen des Luft-/Wasserkühlers bzw. Luft-

/Ölkühlers so angeordnet, dass der Verdichter Luft durch die Kühlflächen ansaugt. Dadurch, dass der Verdichter die zu verdichtende Luft durch die Kühlflächen des Luft-/Wasserkühlers oder des Luft-/Ölkühlers ansaugt, können die Kühlflächen auf Grund der höheren Strömungsgeschwindigkeiten wesentlich verringert werden. Dies ermöglicht eine besonders kompakte Ausführung der Kühleinrichtungen und reduziert den Luftwiderstand und damit die Strömungsverluste. Gegebenenfalls kann durch Einsatz des durch die Kühlflächen des Kühlers ansaugenden ersten Verdichters auf einen separaten Kühlventilator verzichtet oder dieser zumindest wesentlich kleiner dimensioniert werden. Dies wirkt sich äußerst vorteilhaft auf den Raumbedarf, das Gewicht und den Energiehaushalt des Fahrzeuges aus.

[0017] Bei Fahrzeugen mit aerodynamischen abtriebserhöhenden Einrichtungen, insbesondere bei Rennfahrzeugen, ist es von besonderem Vorteil, wenn die abtriebserhöhende Einrichtung im druckseitigen Strömungsweg des ersten Verdichters so angeordnet ist, dass das verdichtete Arbeitsgas, insbesondere verdichtete Luft, auf die abtriebserhöhende Einrichtung geleitet wird. Somit kann der aus der Heißluftturbine ausströmende Volumenstrom genutzt werden, um zusätzlichen Abtrieb zu erzeugen. Die Austrittsöffnungen sind dabei so angeordnet, dass der entstehende Überdruck den Wirkungsgrad von aerodynamischen Bauteilen erhöht. Dadurch kann der Abtrieb des Fahrzeuges wesentlich erhöht werden. Die abtriebserhöhende Einrichtung kann dabei durch einen Heckflügel gebildet sein, wobei vorzugsweise zumindest eine Austrittsöffnung aus dem druckseitigen Strömungsweg des ersten Verdichters eines von der ersten Turbine kommenden Austrittsströmungsweges im Bereich unterhalb der der Fahrbahn zugewandten Unterseite des Heckflügels, besonders vorzugsweise im Bereich der Vorderkante des Heckflügels angeordnet ist. Die abtriebserhöhende Einrichtung kann auch durch einen vorzugsweise durch einen Fahrzeugunterboden des Fahrzeuges gebildeten Diffusor im Heckbereich des Fahrzeuges gebildet sein, wobei zumindest eine Austrittsöffnung aus dem druckseitigen Strömungsweg des ersten Verdichters und/oder eines von der ersten Turbine kommenden Austrittsströmungsweges im Bereich des Diffusors angeordnet ist. Insbesondere kann dabei die Austrittsöffnung im Bereich eines Staupunktes an der der Fahrbahn zugewandten Seite des Diffusors angeordnet oder auf der der Fahrbahn zugewandten Seite des Diffusors angeordnet sein, wobei vorzugsweise die Austrittsöffnung in einem Anfangsbereich des Diffusors angeordnet ist.

[0018] Dadurch, dass die Antriebseinheit eine Wärmekraftanlage zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer Wärme abgebenden Baugruppe aufweist, können Wärmeverluste verringert werden. Der Bauteil oder die Baugruppe grenzt dabei an zumindest einen von einem Gas, vorzugsweise Luft, durchströmten Raum, wobei der Bauteil oder die Baugruppe zumindest teilweise oder überwiegend, vorzugsweise vollständig, von dem durchströmten Raum umgeben sein kann. Es ist auch möglich, dass der luftdurchströmte Raum Teil eines zweiten Wärmetauschers ist. Zumindest ein Eintrittsbereich des luftdurchströmten Raumes ist mit der Druckseite des ersten Verdichters strömungsverbunden. In dieser Ausführung ist die erste Turbine bevorzugt durch eine Heißluftturbine gebildet, wobei zumindest ein Austrittsbereich des luftdurchströmten Raumes mit der Heißluftturbine strömungsverbunden ist. Die erste Turbine ist somit im druckseitigen Strömungsweg des ersten Verdichters stromabwärts des luftdurchströmten Raumes angeordnet.

[0019] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der erste Verdichter und/oder die erste Turbine, vorzugsweise über eine gemeinsame Welle, mit einer elektrischen Maschine antriebsverbunden ist. Die nach Antrieb des ersten Verdichters verbleibende restliche kinetische Energie der Heißluftturbine kann somit zur Erzeugung von elektrischer Energie genutzt werden. Weiters kann mittels der elektrischen Maschine das Laufzeug der ersten Turbine bzw. des ersten Verdichters besonders rasch auf Betriebsdrehzahl gebracht werden. Alternativ oder zusätzlich kann auch vorgesehen sein, dass die erste Turbine mit dem Antriebsstrang des Fahrzeuges mechanisch verbunden ist, wobei vorzugsweise die erste Turbine parallel zur Brennkraftmaschine und/oder parallel zu einer elektrischen Antriebsmaschine angeordnet sein kann.

[0020] Sowohl die Heißluftturbine, als auch der erste Verdichter, werden bevorzugt im Wesentlichen nur von Luft - und nicht hauptsächlich etwa von Abgas - durchströmt. Somit ist in den

meisten Fällen keine Strömungsverbindung zwischen Abgasströmungsweg und luftdurchströmtem Raum erforderlich.

[0021] Abhängig von der Konfiguration kann es aber auch durchaus vorteilhaft sein, wenn zwischen dem Auslasssystem und dem Raum zumindest eine vorzugsweise über ein Ventil steuerbare Strömungsverbindung, beispielsweise stromaufwärts einer im Auslasssystem der Brennkraftmaschine vorgesehenen zweiten Turbine - einer Abgasturbine eines Abgasturboladers - angeordnet ist. Das steuerbare Ventil kann dabei etwa das Wastegate des Abgasturboladers ersetzen und zum Beispiel in Abhängigkeit des Ladedruckes betätigt werden. Somit kann über das Ventil in den luftdurchströmten Raum abgeblasenes Abgas noch zusätzlich zum Antrieb der Heißluftturbine genutzt werden.

[0022] Dadurch, dass der erste Verdichter direkt durch die Heißluftturbine angetrieben wird, ist keine zusätzliche Antriebsenergie für die Verdichtung der Luft erforderlich, welche durch den vorzugsweise als Mantelraum ausgebildeten Raum des Wärme abgebenden Bauteils strömt.

[0023] Eine besonders effektive Nutzung der Wärmeenergie des Auslasssystems kann erfolgen, wenn die erste Turbine mehrflutig oder mehrstufig ausgebildet ist.

[0024] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

[0025] Es zeigen schematisch:

- [0026]** Fig. 1 eine Antriebseinheit eines erfindungsgemäßen Fahrzeuges in einer ersten Ausführungsvariante;
- [0027]** Fig. 2 das Detail II aus Fig. 1;
- [0028]** Fig. 3 bis Fig. 5 verschiedene Ausführungsvarianten von Antriebseinheiten von erfindungsgemäßen Fahrzeugen;
- [0029]** Fig. 6 bis Fig. 9 verschiedenen Varianten für die Anordnung der Austrittsöffnung des Verdichters;
- [0030]** Fig. 10 eine Antriebseinheit mit parallelen Antriebsmaschinen; und
- [0031]** Fig. 11 eine weitere Variante einer Antriebseinheit mit parallel geschalteten Antriebsmaschinen.

[0032] Funktionsgleiche Teile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0033] Die in Fig. 1 dargestellte Antriebseinheit 1 weist eine Brennkraftmaschine 2 mit einem Einlasssystem 3 und einem Auslasssystem 4 auf. Mit E ist die Abgasströmung und mit T die Einlassströmung angedeutet. Es ist eine Wärmekraftanlage 30 zur Rückgewinnung der Wärmeenergie aus dem Abgas vorgesehen. Das Auslasssystem 4 ist dabei zumindest teilweise mit einem durch einen Mantelraum gebildeten luftdurchströmten Raum 6 umgeben, welcher bezüglich der Abgasströmung nach dem Gleich- oder Gegenstromprinzip von verdichteter Luft entsprechend den Pfeilen A durchströmt wird. Der Raum 6 weist einen Einlassbereich 7 und einen Auslassbereich 8 auf, wobei der Einlassbereich 7 mit einem ersten Verdichter 9 und der Austrittsbereich 8 mit einer durch eine Heißluftturbine 10 gebildeten ersten Turbine 10 strömungsverbunden ist. Die Eintrittsseite des ersten Verdichters 9 ist mit 9a und die Austrittsseite des ersten Verdichters 9 mit 9b bezeichnet. Die Heißluftturbine 10 ist dabei wellengleich mit dem ersten Verdichter 9 angeordnet und treibt somit den ersten Verdichter 9 über die Welle 13 an. Der Ansaugströmungsweg in den ersten Verdichter 9 ist mit Bezugszeichen 11, der stromab des ersten Verdichters 9 angeordnete Austrittsströmungsweg aus der Heißluftturbine 10 ist mit Bezugszeichen 12 bezeichnet. Im Ein- und Auslasssystem 3, 4 kann ein Abgasturbolader 5 angeordnet sein, welcher eine zweite Turbine 5a (Abgasturbine) im Auslasssystem 4 und einen zweiten Verdichter 5b im Einlasssystem 3 aufweist. Die Eintrittsseite der ersten Turbine 10 ist mit Bezugszeichen 10a, die Austrittsseite der Turbine 10 mit 10b bezeichnet.

[0034] Im Strömungsweg zum oder vom ersten Verdichter 9 ist ein durch einen Öl- oder Wasserkühler gebildeter erster Wärmetauscher 40 angeordnet. Dieser Wärmetauscher 40 dient zu

zusätzliche Kühlung des Kühl- oder Schmiermediums der Brennkraftmaschine 2 und hat den Vorteil, dass die notwendigen Kühlflächen der Kühlers 16 reduziert und somit der Luftwiderstand des Fahrzeuges verbessert werden kann. Über ein schaltbares Schalt- oder Mischventil 41 kann der erste Wärmetauscher 40 in den Öl- oder Kühlwasserkreislauf eingebunden werden. Der vor dem Eintrittsbereich 7 in den Raum 6 angeordnete erste Wärmetauscher 40 kann dabei stromabwärts des ersten Verdichters 9 (Fig. 1, 5) oder stromaufwärts des ersten Verdichters 9 (Fig. 3, 4) angeordnet werden.

[0035] Über den Ansaugströmungsweg 11 wird durch den ersten Verdichter 9 Umgebungsluft bei beispielsweise einer Temperatur $T_1 = 20^\circ \text{C}$ angesaugt und verdichtet. Nach dem ersten Verdichter 9 weist die verdichtete Luft beispielsweise eine Temperatur T_2 von etwa $90 - 100^\circ \text{C}$ auf. Die verdichtete Luft gelangt über den Eintrittsbereich 7 in den Raum 6, der Teil eines zweiten Wärmetauschers sein kann, und umströmt den ummantelten Bereich des Auslasssystems 4, zum Beispiel nicht weiter dargestellte Abgasnachbehandlungseinrichtungen, die Abgasturbine 5a des Abgasturboladers 5, sowie die Krümmer-Anordnung 4a des Auslasssystems 4 im Gegenstromprinzip. Die Temperatur der Luft nimmt dabei im Raum 6 stetig zu und kann (ohne erstem Wärmetauscher 40) im Auslassbereich 8 eine Temperatur $T_3 = 530^\circ - 600^\circ \text{C}$ betragen. Die erhitzte Luft verlässt den Raum 6 im Austrittsbereich 8 und gelangt zur Heißluftturbine 100, wobei unter Arbeitsverrichtung eine Entspannung der verdichteten Luft eintritt. Auf der Austrittsseite 10b der ersten Turbine 10 können beispielsweise $T_4 = 460^\circ - 470^\circ \text{C}$ beobachtet werden. Die Heißluftturbine 100 treibt dabei den ersten Verdichter 9 an. Über den Austrittsströmungsweg 12 wird die entspannte Luft zumindest einer Austrittsöffnung 12a zugeführt.

[0036] Wie in Fig. 1 durch strichlierte Linien dargestellt ist, kann die Welle 13 des ersten Verdichters 9 und der Heißluftturbine 100 mit einer elektrischen Maschine 14, welche an einen elektrischen Speicher 15 angeschlossen ist, antriebsverbunden sein, wodurch ein Teil der Wärmeenergie zur Stromerzeugung verwendet werden kann. Weiters kann die elektrische Maschine 14 zum Hochfahren des ersten Verdichters 9 verwendet werden.

[0037] Fig. 2 zeigt ein Detail einer Ausführungsvariante der Erfindung, bei der das Abgassystem 4 und der luftdurchströmte Raum 6 durch eine Strömungsverbindung 6a miteinander verbunden sind, wobei in der Strömungsverbindung 6a ein Ventil 6b angeordnet ist, welches beispielsweise in Abhängigkeit des Ladedruckes steuerbar sein kann. Das steuerbare Ventil 6b kann dabei die Funktionen eines Wastegates 5c der Abgasturbine 5a des Abgasturboladers 5 übernehmen. Das Ventil 6b kann aber auch ein durch Differenzdruck betätigtes Rückschlagventil sein.

[0038] Neben der Stromerzeugung können erster Verdichter 9 und Heißluftturbine 100 auch zur Unterstützung der Kühlung von Kühlkreisläufen in Fahrzeug und/oder zur Generierung von zusätzlicher Abtriebskraft für das Fahrzeug eingesetzt werden, wie in den Fig. 3 bis Fig. 9 dargestellt ist.

[0039] In der in Fig. 3 gezeigten Ausführung ist die Ansaugöffnung 11a des ersten Verdichters 9 im Bereich eines Kühlers 16 (Wärmetauschers) einer Kühleinrichtung angeordnet, wobei die Ansaugöffnung 11a nahe der Kühlfläche des Kühlers 16 so positioniert ist, dass der erste Verdichter 9 Luft durch den Kühler 16 ansaugt. Dies ermöglicht es, die Kühlfläche des Kühlers 16 wesentlich zu reduzieren und somit eine kompakte Bauweise zu realisieren. Weiters ist es möglich den Kühlerlüfter des Kühlers 16, der beispielsweise ein Luft-/Wasserkühler bzw. Luft-/Ölkühler sein kann, kleiner zu dimensionieren oder eventuell ganz durch den ersten Verdichter 9 zu ersetzen.

[0040] Die in Fig. 4 gezeigte Ausführung entspricht im Wesentlichen der Fig. 1, wobei in einer Umgehungsleitung der zweiten Turbine 5a ein Wastegate 5c vorgesehen ist. Die Ansaugöffnung 11a des Ansaugströmungsweges 11 des ersten Verdichters 9 kann - wie in Fig. 2 gezeigt - nahe der Kühlfläche des Kühlers 16 angeordnet sein, so dass die in den Ansaugströmungsweg 11 eintretende Luft vom ersten Verdichter 9 durch die Kühlfläche angesaugt wird.

[0041] Alternativ oder zusätzlich kann die Austrittsöffnung 12a aus dem Austrittsströmungsweg

12 so angeordnet sein, dass die Wirkung einer abtriebserhöhenden Einrichtung 32 gesteigert werden kann, wie im Detail im Folgenden noch anhand der Fig. 6 bis Fig. 9 erläutert wird.

[0042] Fig. 5 zeigt eine Ausführung mit einer Antriebseinheit 1 für ein Fahrzeug, welche sich von den bisher beschriebenen Varianten dadurch unterscheidet, dass die erste Turbine 10 im Abgasstrang des Auslasssystems 4, im vorliegenden Beispiel stromabwärts der zweiten Turbine 5a, angeordnet ist. Die durch den Abgasstrom angetriebene erste Turbine 10 treibt über die gemeinsame Welle 13 den ersten Verdichter 9, welcher über die Ansaugöffnung 12a und den Ansaugströmungsweg 11 Luft ansaugt und über den Austrittsströmungsweg 12 und die Austrittsöffnung 12a verdichtete Luft austreten lässt. Wie bei den bisherigen Varianten gibt es auch hier die Möglichkeiten, die Luftströmung durch den ersten Verdichter 9 effizient zu nutzen, indem die Ansaugöffnung 11a des Ansaugströmungsweges 11 nahe der Kühlfläche des Kühlers 16 so angeordnet wird, dass Luft durch die Kühlfläche angesaugt wird, und/oder indem die Austrittsöffnung 12a aus dem Austrittsströmungsweg 12 im Bereich der abtriebserhöhenden Einrichtung 32 so angeordnet wird, dass der Abtrieb verbessert wird.

[0043] Die Fig. 6 bis Fig. 9 zeigen Ausführungsvarianten, bei denen durch eine definierte Anordnung der Austrittsöffnung 12a des ersten Verdichters 9 bzw. der ersten Turbine 10 im Bereich einer abtriebserhöhenden Einrichtung 32 eine Abtriebserhöhung des Fahrzeuges erreicht werden kann. Die abtriebserhöhende Einrichtung 32 kann dabei beispielsweise durch eine spezielle Form der Karosserie, des Fahrzeugbodens 19 und/oder durch aerodynamische Elemente wie zum Beispiel Heckflügel 22 gebildet sein. In den Fig. 6 bis Fig. 9 ist schematisch ein Fahrzeug, beispielsweise ein Rennfahrzeug, angedeutet. Mit Bezugszeichen 18 sind die Hinterräder des Fahrzeuges bezeichnet. Der in weiten Bereichen parallel zur Fahrbahn 20 ausgebildete Fahrzeugunterboden 19 weist im Bereich der Hinterräder 18 einen ansteigenden Bereich 19a auf, welcher einen sogenannten Diffusor 21 ausbildet. Dadurch, dass der Fahrzeugunterboden 19 am Heck des Fahrzeuges nach oben gebogen und eventuell mit senkrechten aerodynamischen Luftleitblechen zur Seite hin abgeschirmt ist, entsteht für die Luft, die unter dem Fahrzeug entlang strömt, ein Diffusor 21, welcher die Abtriebswirkung im restlichen Bereich des Fahrzeugunterbodens 19 erhöht. Zusätzliche Abtriebskräfte können durch gezielte Positionierung der Austrittsöffnung 12a des Austrittsströmungsweges 12 generiert werden.

[0044] Fig. 6 zeigt dazu eine Anordnung, bei der die Austrittsöffnung 12a unterhalb des - in Fahrtrichtung gesehen - vorderen Bereiches 22a des Heckflügels 22 angeordnet ist. Eine Abtriebserhöhung kann auch erreicht werden, wenn die Austrittsöffnung 12a im Bereich des Staupunktes des Diffusors 21 (Fig. 7) oder innerhalb des Diffusors 21, beispielsweise im Anfangsbereich des Diffusors 21 (Fig. 8) oder in einem zentralen Bereich des Diffusors 21 (Fig. 9) angeordnet wird.

[0045] Insbesondere für die Erhöhung des Abtriebs des Fahrzeuges lässt sich die Kombination aus erstem Verdichter 9 und erster Turbine 10, insbesondere Heißluftturbine 100, mit besonderem Vorteil einsetzen, da die Heißluftturbine 100 nur sehr träge auf Drehzahl- und Laständerungen der Brennkraftmaschine 2 reagiert. Während ein in konventioneller Weise durch die Abgasströmung induzierter Abtrieb stark von der Motordrehzahl abhängig ist, kann der durch die Heißluftturbine 100 gestützte Abtrieb auch bei plötzlichen Drehzahlverminderungen der Brennkraftmaschine 2, insbesondere in Kurvenfahrten aufrecht erhalten werden. Dies verbessert wesentlich die Straßenlage und die Fahrsicherheit des Fahrzeuges.

[0046] Die aus der Austrittsöffnung 12a austretende Luft kann aber nicht nur zur Abtriebserhöhung, sondern eventuell auch zur Störung des Abtriebes verwendet werden, indem absichtlich ein Strömungsabriss bei abtriebserhöhenden Einrichtungen herbeigeführt wird, um den Strömungswiderstand zu verringern. Dies kann beispielsweise auf langen geraden Streckenabschnitten einer Rennstrecke von Vorteil sein, um die Spitzengeschwindigkeit zu steigern. Dazu wird die Luft der abtriebserhöhenden Einrichtung an einer Stelle zugeführt, die besonders sensitiv für Strömungsabrisse ist, beispielsweise in einem der Fahrtrichtung abgewandten Bereich des Heckflügels oder Diffusors. Es ist dabei vorteilhaft, wenn die Luft mit Schaltorganen wahlweise zwischen abtriebserhöhenden und abtriebsvernichtenden Austrittsöffnungen 12a bei Be-

darf manuell oder automatisch umgeschaltet werden kann.

[0047] Zum Anfahren der Wärmekraftanlage kann gegebenenfalls Druckluft zwischen dem Raum 6 und der ersten Turbine 10, eventuell durch den über die elektrische Maschine 14 angetriebenen ersten Verdichter 9, eingeblasen werden. Weiters kann es in gewissen Betriebsbereichen vorteilhaft sein, einen Teil der heißen Luft vom Austritt aus der ersten Turbine 10 stromaufwärts des ersten Verdichters 9 rückzuführen.

[0048] Die Einrichtung 30 zur Rückgewinnung von Wärmeenergie aus dem Abgas kann weiters zum Antrieb des Fahrzeuges im Antriebsstrang parallel zur Brennkraftmaschine 2 und parallel zu einer elektrischen Antriebsmaschine 31 angeordnet sein, wie in den Fig. 10 und Fig. 11 dargestellt ist. Dabei wirken die erste Turbine 10 - insbesondere die Heißluftturbine 100 - der Wärmekraftanlage 30, die Brennkraftmaschine 2 und die elektrische Antriebsmaschine 31 über eine oder mehrere Kupplungen 24, 25, 26, 27 und/oder über Übersetzungs- und/oder Planetengetriebe 29, 29a, 29b auf eine Antriebswelle 28 ein.

Patentansprüche

1. Fahrzeug, insbesondere Rennfahrzeug, mit einer Brennkraftmaschine (2) aufweisenden Antriebseinheit (1), und zumindest einer Wärmekraftanlage (30) zur Rückgewinnung von Wärme aus einem wärmeabgebenden Bauteil oder einer Wärme abgebenden Baugruppe, wobei der Bauteil oder die Baugruppe an zumindest einen von einem Arbeitsgas, insbesondere Luft, durchströmten Raum (6) grenzt, insbesondere zumindest teilweise von dem durchströmten Raum (6) umgeben ist, mit einem ersten Verdichter (9), wobei die Austrittsseite (9b) des ersten Verdichters (9) mit einem Einlassbereich (7) des Raumes (6) strömungsverbunden ist, wobei im Strömungsweg zum oder vom ersten Verdichter (9) zumindest ein erster Wärmetauscher (40), vorzugsweise zur Kühlung eines Kühl- und/oder Schmiermediums der Brennkraftmaschine (2) angeordnet ist, und wobei der Wärme abgebende Bauteil oder die Wärme abgebende Baugruppe durch ein Auslasssystem (4) der Brennkraftmaschine (2) gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Auslasssystem (4) zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum (6) umgebenen Abgaskrümmer (4a) und/oder zumindest einen von mindestens einem durchströmten Raum (6) umgebenen Abgaskanal im Zylinderkopf der Brennkraftmaschine (2) aufweist.
2. Fahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Wärmetauscher (40) durch einen Ölkühler oder Wasserkühler gebildet ist, wobei vorzugsweise der erste Wärmetauscher (40) in den Öl- oder Kühlwasserkreislauf der Brennkraftmaschine (2), besonders vorzugsweise über ein Schalt- oder Mischventil (41), eingebunden ist.
3. Fahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Wärmetauscher (40) stromaufwärts des Einlassbereiches (7) in dem durchströmten Raum (6) angeordnet ist.
4. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Wärmetauscher (40) stromabwärts des ersten Verdichters (9) angeordnet ist.
5. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Wärmetauscher (40) stromaufwärts des ersten Verdichters (9) angeordnet ist.
6. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Verdichter (9) mit einer ersten Turbine (10), vorzugsweise über eine gemeinsame Welle (13), antriebsverbunden ist.
7. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Auslassbereich (8) des durchströmten Raumes (6) mit einer Eintrittsseite (10a) einer ersten Turbine (10) strömungsverbunden ist.
8. Fahrzeug nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Turbine (10) durch eine Heißluftturbine (100) gebildet ist, wobei zumindest ein Austrittsbereich (8) des durchströmten Raumes (6) mit der Heißluftturbine (100) strömungsverbunden ist.
9. Fahrzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Turbine (10) eine im Auslasssystem (4) der Brennkraftmaschine (2) angeordnete Abgasturbine ist.
10. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Verdichter (9) und/oder die erste Turbine (10), vorzugsweise über eine gemeinsame Welle (13), mit einer elektrischen Maschine (14) antriebsverbunden ist.
11. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Turbine (10) mehrflutig oder mehrstufig ausgebildet ist.
12. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Ansaugströmungsweg (11) zum ersten Verdichter (9), vorzugsweise stromaufwärts einer Ansaugöffnung (11a) des ersten Verdichters (9), zumindest ein Kühler (16), vorzugsweise ein Luft-/Wasserkühler und/oder ein Luft-/Ölkühler, angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Ansaugöffnung (11a) des ersten Verdichters (9) im Bereich der Kühlflächen des Luft-/Wasserkühlers bzw. Luft-/Ölkühlers so angeordnet ist, dass der Verdichter (9) Luft durch

die Kühlflächen ansaugt.

13. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Austrittsöffnung (12a) des Austrittsströmungsweges (11b, 12a) des ersten Verdichters (9) und/oder der ersten Turbine (10) im Bereich einer abtriebserhöhenden Einrichtung (32) des Fahrzeuges angeordnet ist.
14. Fahrzeug nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die abtriebserhöhende Einrichtung (32) durch einen Heckflügel (22) gebildet ist, wobei vorzugsweise zumindest eine Austrittsöffnung (12a) im Bereich unterhalb der der Fahrbahn (20) zugewandten Unterseite des Heckflügels (22), besonders vorzugsweise im - in Fahrtrichtung gesehenen - vorderen Bereich (22a), insbesondere im vorderen Drittel, des Heckflügels (22), angeordnet ist.
15. Fahrzeug nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die abtriebserhöhende Einrichtung (32) durch einen vorzugsweise durch einen Fahrzeugunterboden (19) des Fahrzeuges gebildeten Diffusor (21) im Heckbereich des Fahrzeuges gebildet ist, wobei zumindest eine Austrittsöffnung (12a) im Bereich des Diffusors (21) angeordnet ist.
16. Fahrzeug nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Austrittsöffnung (12a) im Bereich eines Staupunktes an der der Fahrbahn (20) zugewandten Seite des Diffusors (21) angeordnet ist.
17. Fahrzeug nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Austrittsöffnung (12a) auf der der Fahrbahn (20) zugewandten Seite des Diffusors (21) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Austrittsöffnung (12a) in einem Anfangsbereich des Diffusors (21) angeordnet ist.
18. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 6 bis 17 **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Turbine (10) vorzugsweise über zumindest eine Schaltkupplung (24, 27) oder ein Getriebe (29a, 29b, 29) mit einer Antriebswelle (28) des Fahrzeuges verbunden ist, wobei vorzugsweise die Heißluftturbine (10) im Antriebsstrang des Fahrzeuges parallel zur Brennkraftmaschine (2), besonders vorzugsweise parallel zu einer elektrischen Antriebsmaschine (31) angeordnet ist.
19. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der durchströmte Raum (6) ein Mantelraum ist, welcher den Bauteil oder die Baugruppe zumindest teilweise, vorzugsweise überwiegend, umgibt.
20. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der durchströmte Raum (6) Teil zumindest eines zweiten Wärmetauschers ist.
21. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem Auslasssystem (4) und dem Raum (6) zumindest eine Strömungsverbindung (6a) angeordnet ist.
22. Fahrzeug nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strömungsverbindung (6a) stromaufwärts einer im Auslasssystem (4) der Brennkraftmaschine (2) angeordneten zweiten Turbine (5a) eines Abgasturboladers (5) angeordnet ist.
23. Fahrzeug nach Ansprüche 21 oder 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Strömungsverbindung (6a) zumindest ein vorzugsweise steuerbares Ventil (6b) angeordnet ist.
24. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wärmekraftanlage (30) einen offenen Kreisprozess aufweist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen





Fig.6

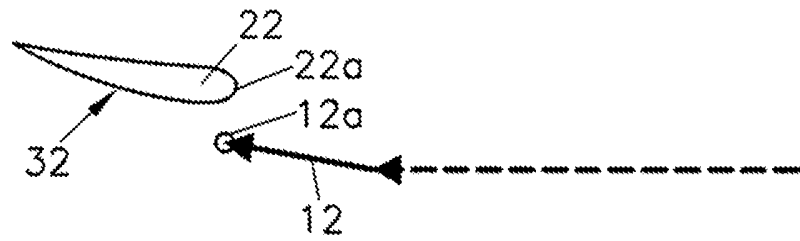


Fig.7

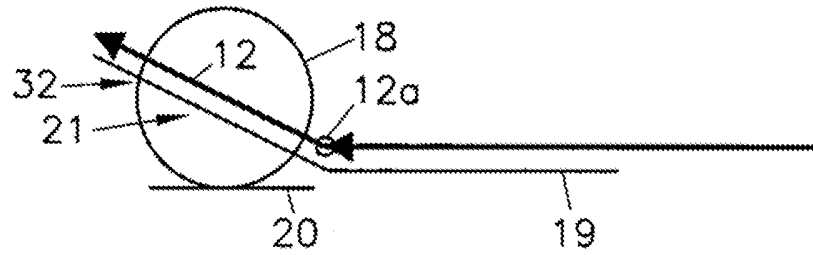


Fig.8

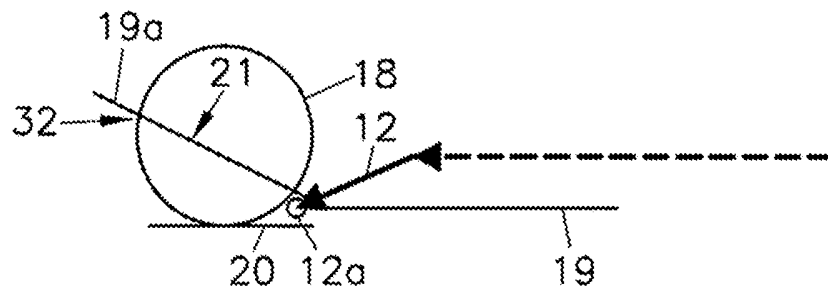


Fig.9

